

MATEMATIKAI MÓDSZER KAKAÓPOR OPTIMÁLIS SZÍNÉNEK KIALAKÍTÁSÁHOZ

DR. HALÁSZNÉ DR. FEKETE MÁRIA*

Egyes őrleményeknél, mint például kakaópor, liszt, igen fontos minősítő paraméter a termék színe is. Irodalmi leírásokból ismeretes az őrlemények, vagy por alakú termékek színének objektív mérési módszere [1], de továbbra is problémát jelent az olyan végtermék előállítása, melynek színe megegyezik az előre megadott minta színével.

Célul tűztük ki, hogy objektív színmérőszámok birtokában függvénykapcsolatot keressünk különböző színű tételekből kevert végtermék színösszetevői és az alkotórészek színösszetevői között. Továbbá, a fennálló összefüggések felhasználásával matematikai eljárást dolgozunk ki a legkedvezőbb színt kialakító komponensek kiválasztására, s ezek keverési arányának meghatározására.

1. ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

Kereskedelmi forgalomból 10 különböző minőségű és egyben eltérő színű kakaóport szereztünk be. A kakaópor felületi színét MOMCOLOR-D tristimulusos színmérővel határoztuk meg. 20%-os térfogati tömörítéssel alakítottuk ki a sík, egyenletes felületet a mérés céljára. A mintákat a pormérő feltétbe helyezve meghatároztuk a X , Y , Z színösszetevőket. A műszerrel mért színösszetevőkből a szinkordinátákat a [2], [3] irodalomban közölt összefüggésekkel számítottuk ki.

$$a^* = 500 \left[\left(\frac{X}{X_0} \right)^{1/3} - \left(\frac{Y}{Y_0} \right)^{1/3} \right]$$

$$b^* = 200 \left[\left(\frac{Y}{Y_0} \right)^{1/3} - \left(\frac{Z}{Z_0} \right)^{1/3} \right]$$

$$L^* = 116 \left(\frac{Y}{Y_0} \right)^{1/3} - 16.$$

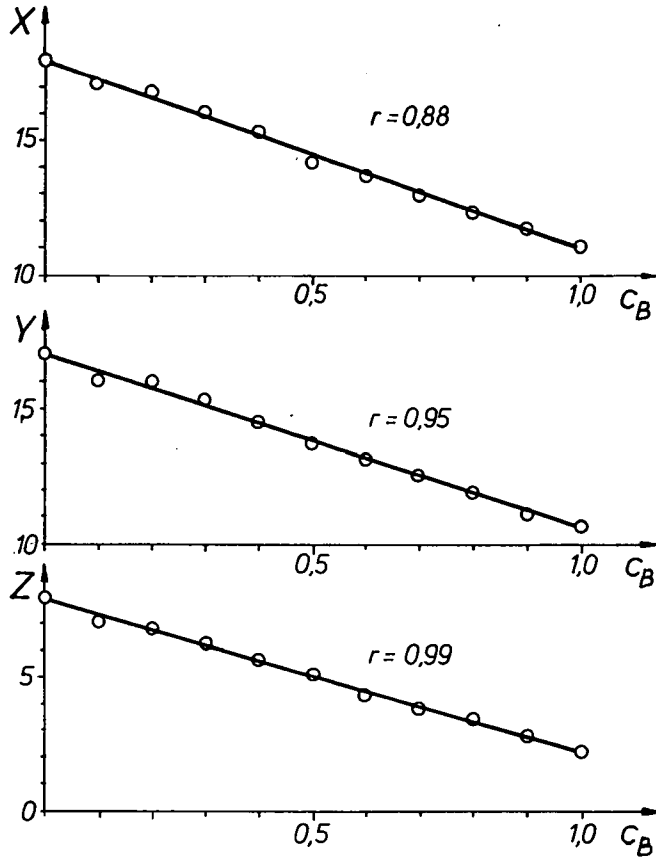
A színekülönbség értékeket a CIE 1975 évi ajánlása szerint adjuk meg:

$$\Delta E_{ab}^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}. \quad (1)$$

* Matematika-Fizika Osztály

2. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

Jelen dolgozat két komponensű modellrendszerre vonatkozó méréseket és eredményeket közöl. A rendelkezésünkre álló 10 féle kakaóporból két-két különböző színű komponenszt 9 különböző arányban kevertünk össze. Az egyenletesség biztosítása végett az egyik komponens mennyiségét mindig 10%-kal növeltük az előző arányhoz képest. Az így nyert keverékek színösszetevőit megmértük. Az 5 keveréksorból egy keveréksorhoz tartozó színösszetevő értékeket ábráztuk az egyik komponens részarányának a függvényében. (1. ábra)



1. ábra. Kakaópor keverékek színösszetevőinek értékei a részarány függvényében

A keverék és a komponensek színösszetevői valamint azok részarányai között az alábbi matematikai kapcsolatot találtunk.

$$X = X_B c_B + X_A (1 - c_B) \quad (2)$$

$$Y = Y_B c_B + Y_A (1 - c_B) \quad (3)$$

$$Z = Z_B c_B + Z_A (1 - c_B). \quad (4)$$

Az egyenletben X, Y, Z a keverék, X_A, Y_A, Z_A az A komponens, X_B, Y_B, Z_B a B komponens színösszetevői, c_B a B komponens, $(1 - c_B)$ az A komponens részaránya. Az illeszkedés szorosságát regresszióanalízis módszerével megvizsgáltuk. A X színösszetevőre vonatkozó egyenletnél $r = 0,88$, az Y -nél $r = 0,95$ és a Z -nél $r = 0,99$ értékű korrelációs együtthatókat kaptunk, amelyek szoros illeszkedésre utalnak. Az optimális színű kakaópor kialakításához a következő matematikai eljárást dolgoztuk ki. Felhasználjuk azt a feltételt, hogy egy mintát célmintával azonos színűnek látunk akkor, ha a ΔE_{ab}^* színkülönbségük kisebb 1,5-nél. Az (1), (2), (3), (4) összefüggések felhasználásával képezzük a keverékeknek a célmintához viszonyított színkülönbségeit, melyet az (5) képlet ír le.

$$\Delta E = \left\{ \left[116 \left(\frac{Y_B c_B + Y_A c_A}{Y_0} \right)^{1/3} - 16 - L_c^* \right]^2 + \left[500 \left[\left(\frac{X_B c_B + X_A c_A}{X_0} \right)^{1/3} - \left(\frac{Y_B c_B + Y_A c_A}{Y_0} \right)^{1/3} \right] - a_c^* \right]^2 + \left[200 \left[\left(\frac{Y_B c_B + Y_A c_A}{Y_0} \right)^{1/3} - \left(\frac{Z_B c_B + Z_A c_A}{Z_0} \right)^{1/3} \right] - b_c^* \right]^2 \right\}^{1/2} \quad (5)$$

L_c^*, a_c^*, b_c^* a célminta színekoordinátái, $c_A = (1 - c_B)$. Az (5) összefüggés felhasználásával meghatározzuk a célmintától való eltérést minden lehetséges komponens és keverési arány variáció esetén. A keverési arányt elegendőnek tartottuk 0,1-es léptékben változtatni, mert ennél kisebb mértékű változás kisebb színkülönbség eltérést eredményez mint a mérési pontatlanság és a termék inhomogenitása által létrejött eltérés. Kiválasztjuk azon színkülönbségeket, melyekre igaz $\Delta E_{ab}^* < 1,5$ és azonosítjuk, hogy ezen értékek melyik komponenseknek milyen arányú keverésével jöttek létre. Mivel a fent leírt számítás igen munkaigényes a feladat megoldására HP—97 asztali kalkulátorhoz programot készítettünk. Fent leírt eljárásunkat alkalmaztuk arra az esetre, amikor 8, a célmintától eltérő színű kakaóporból választottuk ki azt a 2 komponenst, és azok arányát, melyek keveréke a célmintával azonos, vagy azt leginkább megközelítő lett. Az 1. táblázat tartalmazza a mintáknak a célmintához viszonyított színeltéréseit, továbbá a számítások alapján megkapott optimális színű termék előállításához szükséges komponensek megnevezését és azok keverési arányát. Az utolsó sorban feltüntetjük a keverékek célmintához viszonyított színeltéréseit is. A táblázat eredményeiből megállapíthatjuk, hogy a célmintától igen kismértékben különböző színű terméket állíthatunk elő megfelelő komponensek megfelelő arányú keverésével akkor is, ha egyébként a komponensek külön-külön nagymértékben eltérnek a célminta színétől.

1. TÁBLÁZAT

| Kakaópor minta jelölése | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | 7. | 8. |
|---|---|-----|-----|-----|--|------|-----|-----|
| A célmintához viszonyított színeltérés | 3,4 | 8,2 | 6,0 | 6,1 | 16,2 | 10,2 | 4,9 | 4,7 |
| Optimális keverés komponensek keverési arány színeltérés ΔE | I. 1. minta + 3. minta 70%:30% 0,3 | | | | II. 7. minta + 8. minta 50%:50% 1,1 | | | |

3. ÖSSZEFOGLALÁS

Eredményeinket összefoglalva, bizonyítottuk, hogy az őrlmények mechanikus keverése esetén a komponensek színösszetevői additíve összegződnek. Ennek felhasználásával elkészítettünk egy matematikai eljárást az optimális szín keveréssel történő kialakítása számára.

IRODALOM

1. Horváth, L.: Mérés és Autómatika 1971. 12.12. 462 p.
2. Lukács, Gy.: Kolorisztikai Értesítő 1978. 6. sz. 150 p.
3. Lukács, Gy.: Színmérés. Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1982. 159. p.

MATHEMATICAL METHOD FOR PRODUCTION OF OPTIMUM COLOUR OF COCOA POWDER

Dr. Mária Fekete-Halász

On the basis of measurements on mixtures of cocoa powders of different colours, a mathematical correlation was given between the colour components of the mixed product and the colour components of the constituents. Such correlations were used to develop a mathematical procedure for selection of the components producing the most favourable colour and for determination of their mixing proportions.

MATEHEMATISCHE METHODE ZUR AUSBILDUNG DER OPTIMALEN FARBE DES KAKAOPULVERS

DR. Mária Fekete-Halász

Auf Grund der Messungen der aus Kakaopulvern von verschiedener Farbe hergestellten Mischungen haben einen mathematischen Zusammenhang zwischen den Farbenkomponenten eines aus Pulvern von verschiedenen Farben hergestellten Produktes und den Farbekomponenten der Bestandteile gegeben. Mit Hilfe der erhaltenen Zusammenhänge wurde ein mathematisches Verfahren zur Auswahl der die günstigste Farbe produzierenden Komponenten und zur Bestimmung der Mischungsproportion der Komponenten ausgearbeitet.

МАТЕМАТИЧЕСКИЙ МЕТОД ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО ЦВЕТА ПОРОШКА КАКАО

Д-р Халасне д-р Мария Фекете

На основе измерений, проведенных на смесях, которые были приготовлены из порошка какао различного цвета, мы сформулировали математическую связь между составляющими цвет продукта, смешанного из порошка различных цветов и составляющих цвет формирующих частей. Применяя полученные зависимости, мы разработали математический метод для выбора компонентов, формирующих наиболее благоприятный цвет, и для определения пропорции их смешения.